

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月12日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-065836  
Application Number:

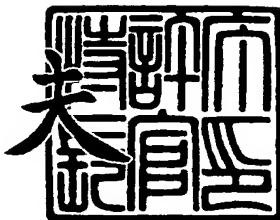
[ST. 10/C] : [JP 2003-065836]

出願人 株式会社デンソー  
Applicant(s):

2003年12月22日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康



【書類名】 特許願  
【整理番号】 310003005  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 29/84  
G01P 15/125

## 【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内  
【氏名】 酒井 峰一

## 【特許出願人】

【識別番号】 000004260  
【氏名又は名称】 株式会社デンソー

## 【代理人】

【識別番号】 100093067  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 二瓶 正敬

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 039103  
【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0200973

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体力学量センサ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 固定電極と、加速度に応じて変位可能な梁に連結された可動電極との間の容量に基づいて 1 軸の力学量を検出する 1 軸センサを複数個同じ方向に配置した半導体力学量センサ。

【請求項 2】 前記複数の 1 軸センサをそれぞれ異なる半導体基板上に形成したことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体力学量センサ。

【請求項 3】 前記複数の 1 軸センサを共通の半導体基板上に形成したことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体力学量センサ。

【請求項 4】 前記複数の 1 軸センサを共通の半導体基板上又はマザー基板上にスタックして形成したことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体力学量センサ。

【請求項 5】 前記複数の 1 軸センサを共通の半導体基板又はマザー基板の両面に形成したことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体力学量センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、固定電極と可動電極の間の容量に基づいて加速度などの力学量を検出する半導体力学量センサに関する。

【0002】

【従来の技術】

この種の従来例としては、例えば、下記の特許文献 1 に開示されているものがある。ここで、図 3 を参照して 1 軸方向 (X 方向) の容量式加速度センサについて説明する。図 3 (a) は平面図、図 3 (b) は図 3 (a) の b-b 断面図、図 3 (c) は図 3 (a) の c-c 断面図であり、S i などの半導体基板 10 の半導体層に溝 11 を形成することにより複数組の固定電極 1 と可動電極 2 が X 方向に対向して容量を構成するように構成されている。可動電極 2 は、X 方向に伸びた錐 3 に対して ±Y 方向に歯状に複数組形成されている。錐 3 の両端は X 方向に

変位可能に半導体基板10上に形成され、錐3の両端には加速度に応じて変位可能な2枚構造の梁4が形成されている。そして、可動電極2に対向するように土Y方向にそれぞれ配列された各固定電極1はそれぞれA1などのパッド5a、5bに接続され、可動電極2はパッド5cに接続されている。パッド5a、5b、5cはワイヤwによるボンディングによりマザーボードなどの他の回路チップ6のパッド6a、6b、6cを通して外部に接続される。

#### 【0003】

ここで、隣接している固定電極1a、1bの間には可動電極2aが配置されており、このような構成において、このセンサにX方向の加速度が印加されると、梁4がX方向に変位することにより固定電極1a、1bと可動電極2aの間の各距離が変化して、固定電極1aと可動電極2aの間の容量CS1と、固定電極1bと可動電極2aの間の容量CS2が変化する。この半導体力学量センサの等価回路を図4の左側に示す。固定電極1a、1bにはパルス電圧Vccが印加されている。そして、この発生した容量CS1、CS2の変化 $\Delta C$  ( $= CS1 - CS2$ ) を可動電極2から取り出し、例えば図4の右側に示すようなスイッチドキャパシタ回路5により電圧 $= (CS1 - CS2) \cdot Vcc / C_f$ に変換することにより加速度を検出することができる。

#### 【0004】

ここで、従来、センサを高感度化する場合、櫛歯構造の梁4、電極1、2、錐3の寸法を変更してバネ定数k<sub>w</sub>を柔らかくしたり、質量mを重くしたり、容量C<sub>0</sub>を大きくしたセンサを用いることにより対応している。図5は、その一例として、感度を2倍にするために梁4を2回折り曲げて梁4のバネ定数を1/2にして柔らかくした構造を示している。

#### 【0005】

##### 【特許文献1】

特開平5-304303号公報

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来例では、

### バネ復元力<固定電極1と可動電極2の間の静電力

となるので、ステイッキングが発生しやすくなるという問題点がある。また、回路チップも垂直方向（Z方向）にも変位しやすくなるので、Z方向に高衝撃が印加されると、可動電極2が固定電極1上に乗り上げて動作不能になるという問題点がある。さらに、ダイナミックレンジも狭くなるという問題点がある。

### 【0007】

本発明は上記従来例の問題点に鑑み、ステイッキングなどが発生することなく高感度化することができる半導体力学量センサを提供することを目的とする。

### 【0008】

#### 【課題を解決するための手段】

本発明は上記目的を達成するために、固定電極と、加速度に応じて変位可能な梁に連結された可動電極との間の容量に基づいて1軸の力学量を検出する1軸センサを複数個同じ方向に配置したことを特徴とする。

上記構成により、ステイッキングなどが発生することなく感度を複数倍にすることができる。

### 【0009】

#### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。図1は本発明に係る半導体力学量センサの一実施の形態を示す平面図及び断面図である。図1（a）は平面図、図1（b）は図1（a）のb-b断面図、図1（c）は図1（a）のc-c断面図である。

### 【0010】

図1は半導体基板10a、10bに同じ構造を形成した同じ特性の2つのセンサチップ100a、100bを回路チップ6上に同じ方向に配置した例を示している。なお、センサチップ100a、100bをそれぞれ構成する電極1、2、錘3、梁4などの構造は従来例と同じであるのでその詳細な説明は省略する。

### 【0011】

ここで、電極1、2間の容量=C0、梁4のバネ定数=k、質量=m、電極1、2間の距離=dとすると、

感度  $\propto C_0 \cdot k / m$

となる。また、

梁4のバネ復元力  $\propto k$

電極1、2間の静電力  $\propto 0.5 \cdot C_0 \cdot V^2 / d$

可動電極1のZ方向変位  $\propto (k / m) 0.5$

ダイナミックレンジ  $\propto (k / m) 0.5$

となる。

### 【0012】

ここで、図3に示した感度の低いセンサチップのパラメータを  $k_1$ 、  $C_0 1$ 、  $m_1$ 、  $d_1$  として、このセンサチップの感度を2倍に高めるために、図5に示した従来例を考える。バネ定数 =  $k_1$  を柔らかくすると、

$$\text{感度} \propto C_0 1 \cdot (2 \cdot k_1) / m_1 = 2 \cdot \{C_0 1 \cdot k_1 / m_1\}$$

となり、感度が2倍に高まる。しかし、この従来例では、梁4によるバネの復元力が半分に下がるため、相対的に電極1、2間の静電力とのバランスを考えると、ステイッキングが発生しやすく、また、可動電極1のZ方向の変位も2倍に増加して可動電極2が固定電極1上に乗り上げることが発生しやすくなる。

### 【0013】

これに対し、図1に示す構成の各センサチップ100a、100bでは、図3と同じ特性であるので、ステイッキングや電極乗り上げを防止し、ダイナミックレンジを低下させることなく、感度を2倍にすることができる。

### 【0014】

＜他の実施の形態＞

図1では、半導体基板10a、10bに同じ構造を形成した同じ特性の2つのセンサチップ100a、100bを用いたが、図2の平面図及び断面図に示すように1つの半導体基板10に同じ構造の2つのセンサを同じ方向に形成したセンサチップ100を用いてもよい。また、センサの数は3以上でもよい。さらに、複数のセンサを半導体基板10上や回路チップ6上にスタックしてもよく、その際に、半導体基板10や回路チップ6の両面に配置してもよい。

### 【図面の簡単な説明】

**【図1】**

本発明に係る半導体力学量センサの一実施の形態を示す（a）平面図及び（b）  
（b-b）断面図、（c）（c-c）断面図である。

**【図2】**

図1のセンサの変形例を示す（a）平面図及び（b）（b-b）断面図、（c）（c-c）  
断面図である。

**【図3】**

半導体力学量センサの基本構造を示す（a）平面図及び（b）（b-b）断面図、  
（c）（c-c）断面図である。

**【図4】**

半導体力学量センサの等価回路及びスイッチドキャパシタ回路を示す回路図で  
ある。

**【図5】**

従来例の半導体力学量センサを示す（a）平面図及び（b）（b-b）断面図、  
（c）（c-c）断面図である。

**【符号の説明】**

1、1a、1b 固定電極

2、2a 可動電極

3 錘

4 梁

5 スイッチドキャパシタ回路

5a、5b、5c、6a、6b、6c パッド

6 回路チップ

10、10a、10b 半導体基板

11 溝

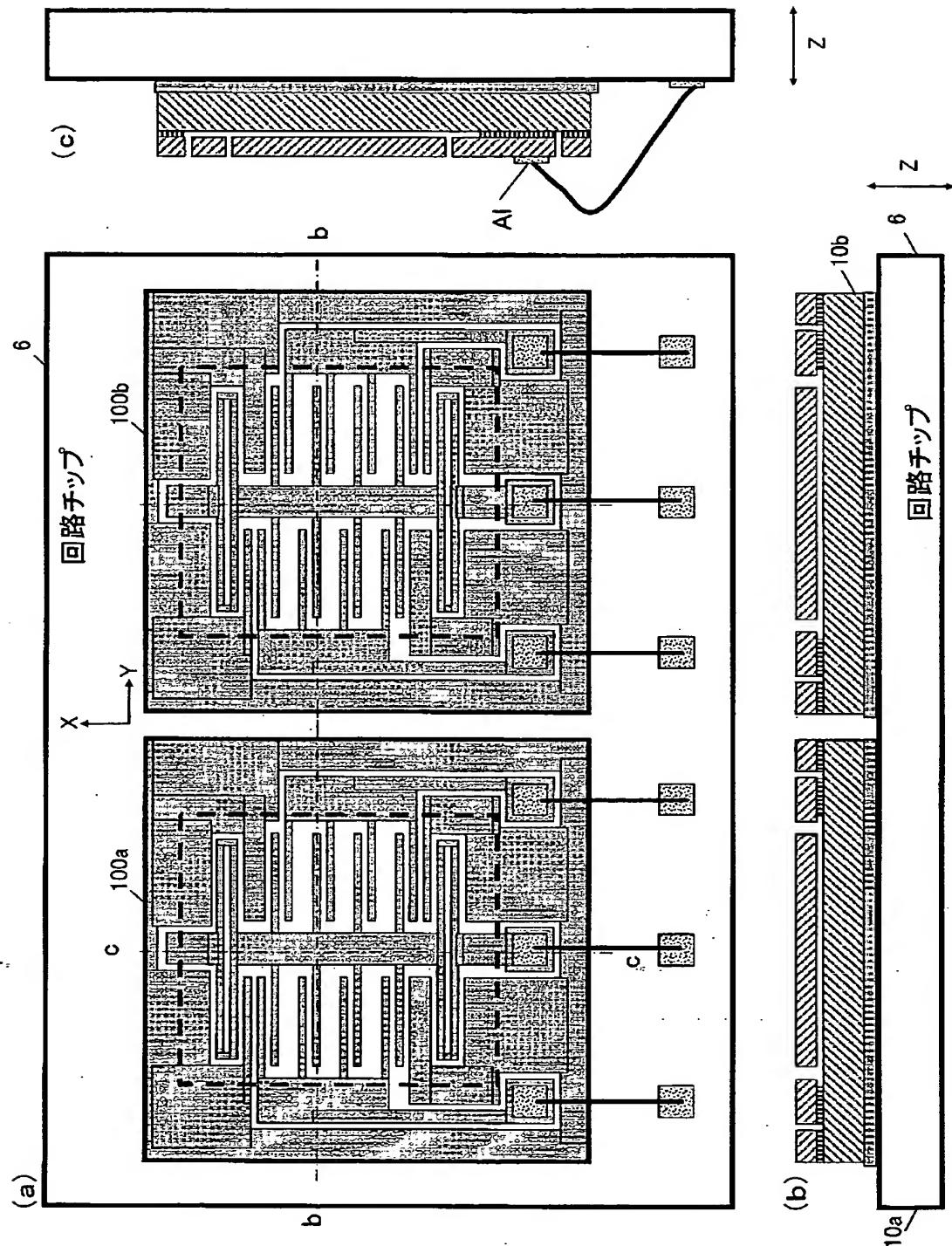
100、100a、100b センサチップ

W ワイヤ

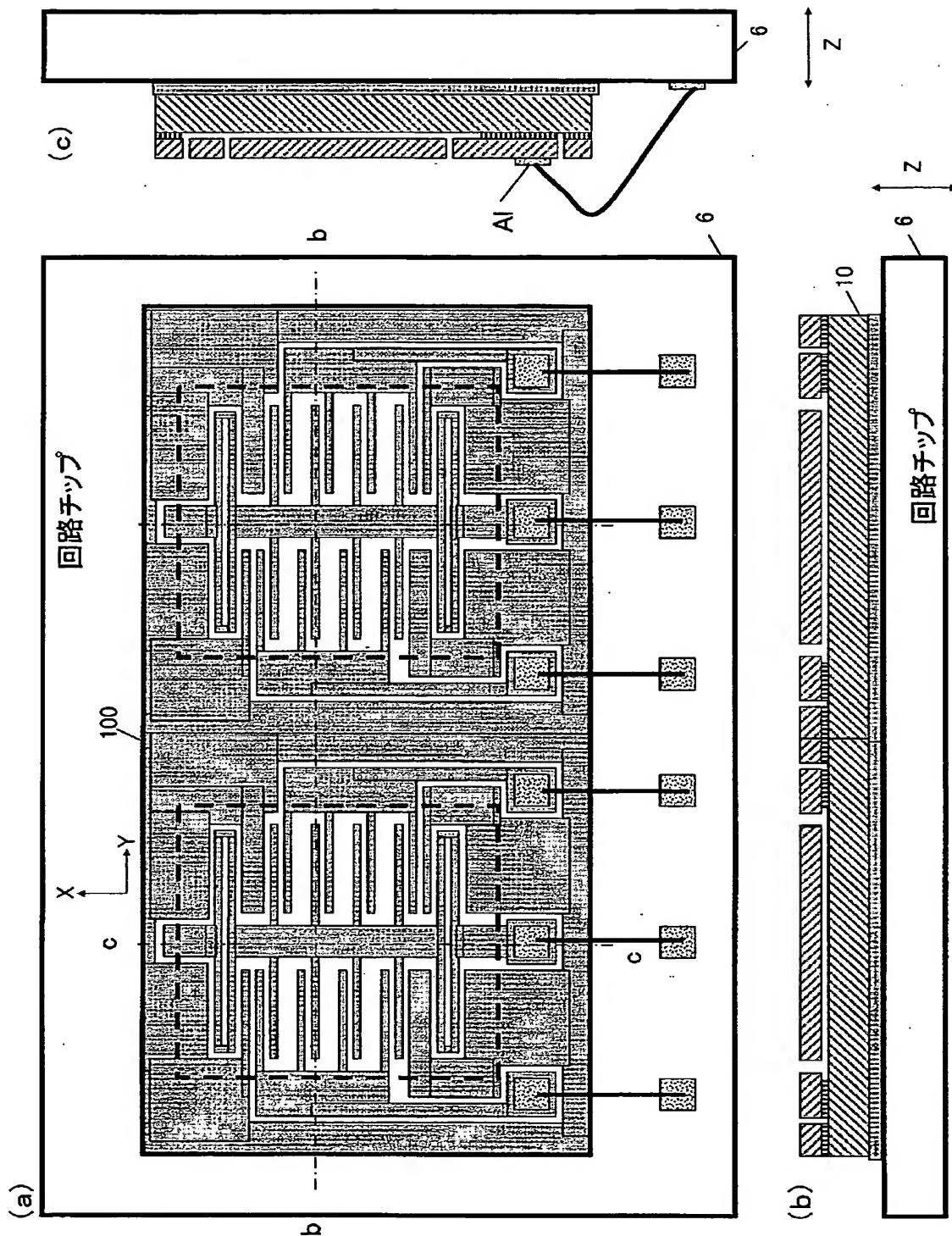
【書類名】

図面

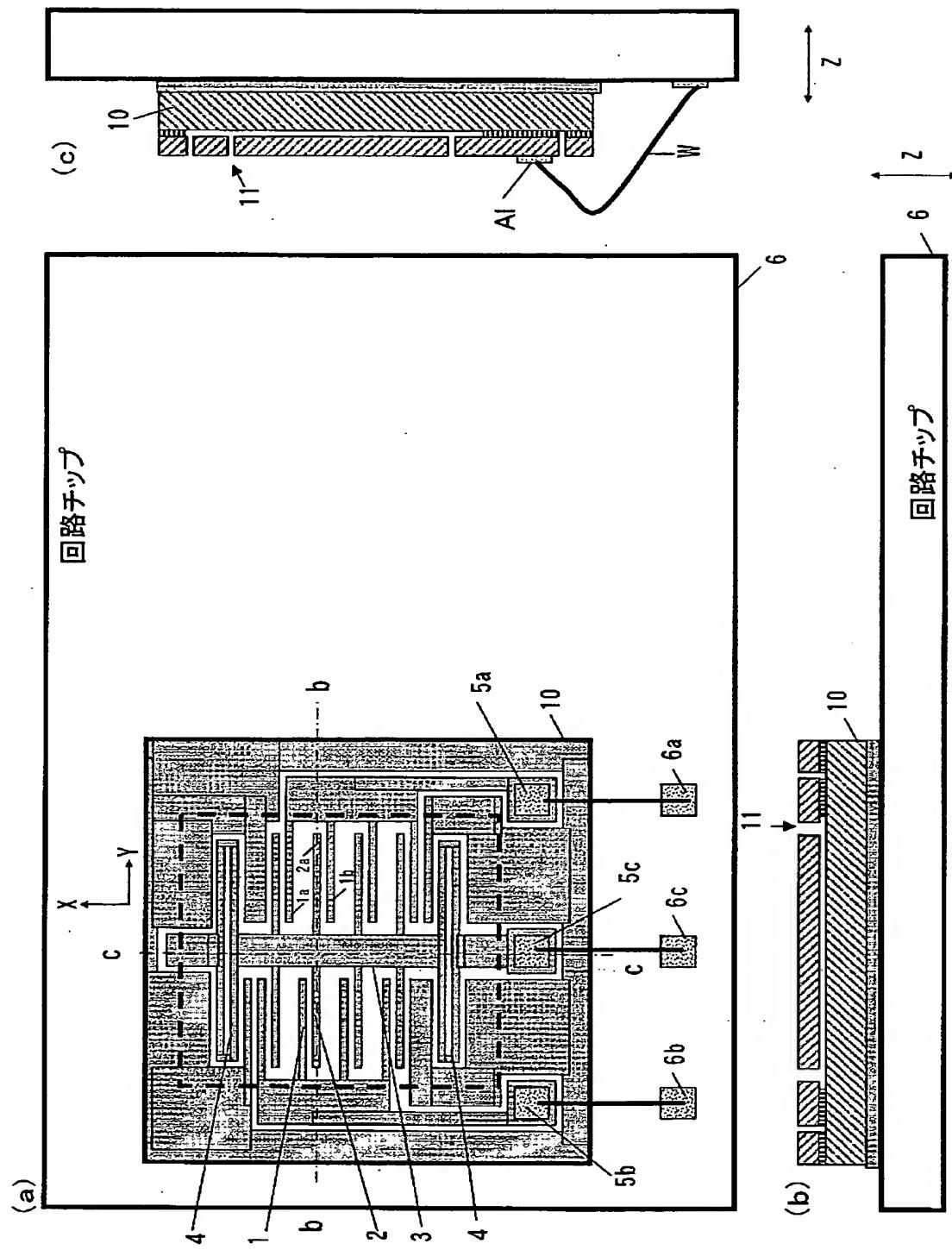
【図 1】



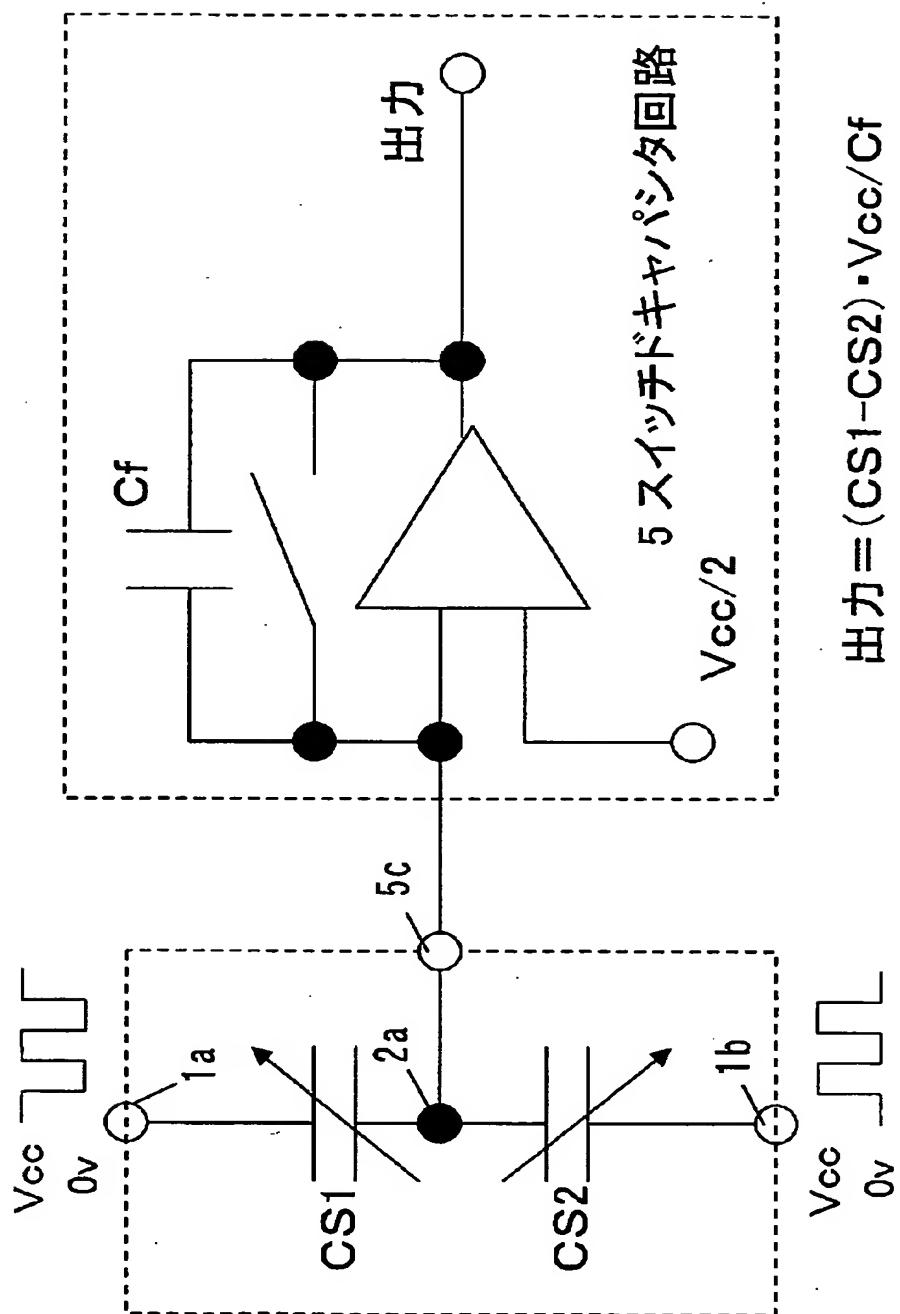
【図2】



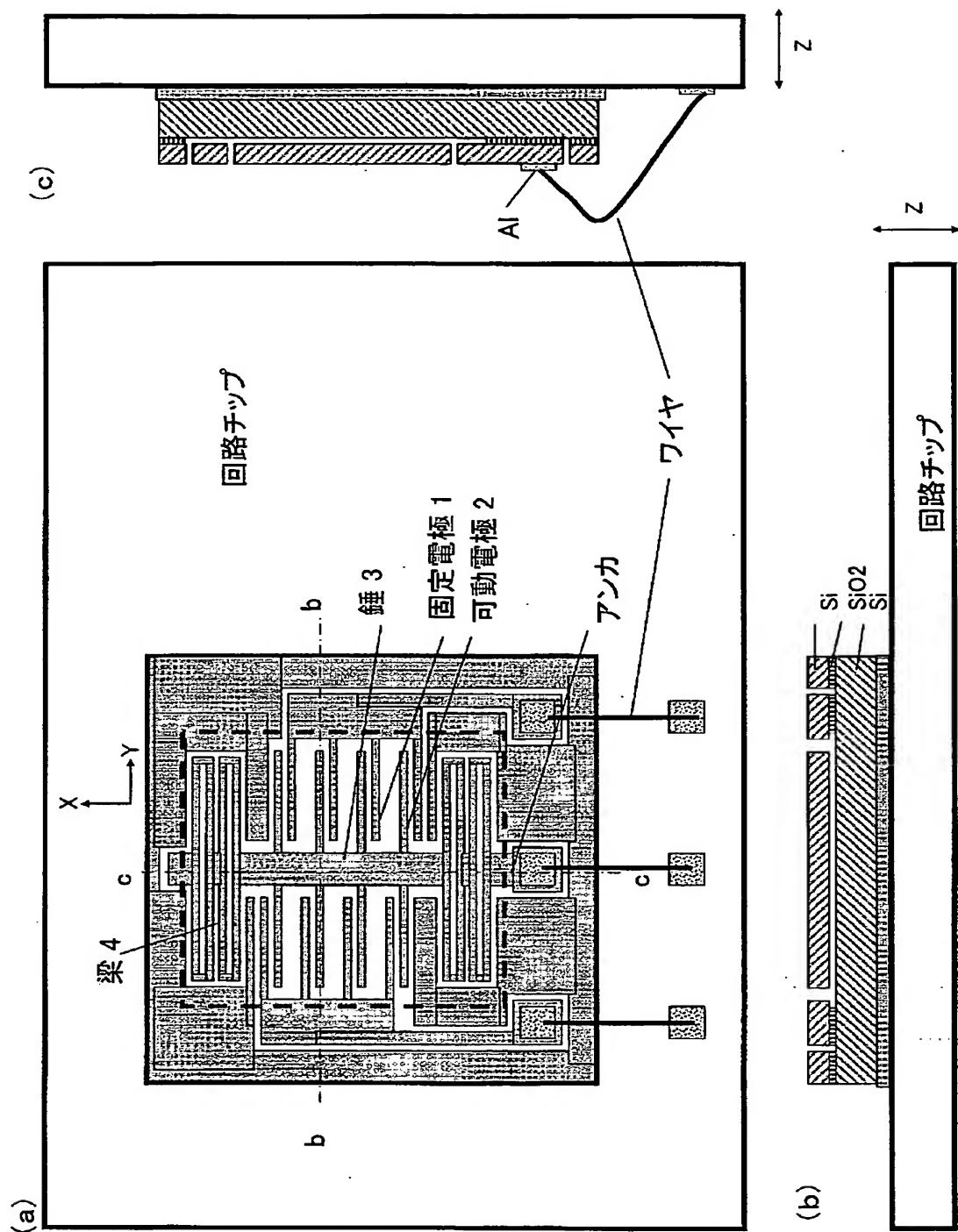
【図3】



【図4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 スティッキングなどが発生することなく高感度化する。

【解決手段】 半導体基板10a、10bにそれぞれ同じ構造を形成した同じ特性の2つのセンサチップ100a、100bを回路チップ6上に同じ方向に配置する。1つの半導体基板に同じ構造の2つのセンサを同じ方向に形成したセンサチップを用いてもよい。また、センサの数は3以上でもよい。さらに、複数のセンサを半導体基板上や回路チップ上にスタックしてもよく、その際に、半導体基板や回路チップの両面に配置してもよい。

【選択図】 図1



## 認定・付加情報

|         |               |
|---------|---------------|
| 特許出願の番号 | 特願2003-065836 |
| 受付番号    | 50300397145   |
| 書類名     | 特許願           |
| 担当官     | 第五担当上席 0094   |
| 作成日     | 平成15年 3月13日   |

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

|       |             |
|-------|-------------|
| 【提出日】 | 平成15年 3月12日 |
|-------|-------------|

次頁無



特願 2003-065836

出願人履歴情報

識別番号 [000004260]

1. 変更年月日 1996年10月 8日

[変更理由] 名称変更

住所 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
氏名 株式会社デンソー